

VU Research Portal

Cardiac Hybrid PET/CCTA Imaging for the Detection of Coronary Artery Disease

Danad, I.

2019

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Danad, I. (2019). *Cardiac Hybrid PET/CCTA Imaging for the Detection of Coronary Artery Disease*. [PhD-Thesis - Research and graduation internal, Vrije Universiteit Amsterdam].

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

NEDERLANDSE SAMENVATTING

Ondanks verbeteringen in diagnostiek en behandelstrategieën blijft hart- en vaatziekten de leidende doodsoorzaak in de Westerse wereld. De vroege en nauwkeurige detectie van coronairlijden is daardoor een belangrijke en uitdagende taak. Tegenwoordig wordt het invasief coronair angiogram als gouden standaard gezien voor de diagnostiek van obstructief coronairlijden. Echter, vanwege het invasieve karakter ervan wordt het door de richtlijnen niet aanbevolen als initiële diagnostische test en worden non-invasieve beeldvormende modaliteiten aanbevolen voor het stellen van de diagnose. Cardiologen hebben een groot arsenaal van non-invasieve beeldvormende modaliteiten tot hun beschikking, waaronder coronary computed tomography angiography (CCTA) voor het visualiseren van de coronair anatomie en single-photon emission computed tomography (SPECT) of positron emission tomography (PET) voor de evaluatie van respectievelijk relatieve en absolute myocardiale perfusie. In deze thesis wordt de relatie tussen de anatomische en functionele aspecten van coronair atherosclerose beschreven. Tevens wordt er ook ingegaan op de diagnostische waarde van verscheidene non-invasieve cardiale modaliteiten in vergelijking met invasieve referentie standaarden.

Hoofdstuk 1

Hoofdstuk 1 is een generale introductie op het gebied van cardiale computed tomography (CT) en PET imaging. Er wordt uiteengezet wat de voordelen en nadelen zijn van elke techniek. CCTA heeft een hele hoge sensitiviteit, maar wordt beperkt door een matige specificiteit. Ongeveer de helft van de stenoses die significant lijken op CCTA zijn in werkelijkheid slechts milde stenoses. De matige specificiteit van CCTA wordt grotendeels verklaard door het fenomeen van blooming artefacten. In vergelijking met invasieve coronair angiografie (CAG) heeft CCTA als voordeel dat het ook de vaatwand visualiseert en niet alleen het lumen zoals bij een CAG. Derhalve wordt er veel informatie verkregen met CT die prognostisch van belang is. Cardiale PET daarentegen is een puur functionele techniek die de hemodynamische significantie van coronair stenoses tracht te bepalen. Er zijn verschillende cardiale PET tracers die gebruikt kunnen worden voor de visualisatie van de myocardiale doorbloeding. Elke tracer heeft zijn voor- en nadelen, waarbij ^{15}O -gelabeld water een ideale tracer is voor de kwantificatie van de myocardiale doorbloeding, weinig stralenbelasting heeft en het door de korte halfwaardetijd mogelijk maakt om zowel een rust als stress onderzoek in 1 sessie te verrichten. Een nadeel van ^{15}O -gelabeld water is de noodzaak om het on-site te produceren middels een cyclotron vanwege de korte halfwaardetijd. De meeste studies op het gebied van de diagnostische accuratesse van cardiale PET worden gelimiteerd door het ontbreken van een goede referentiestandaard. Slechts 2 studies hebben fractional flow reserve (FFR) als referentiestandaard gebruikt, terwijl het merendeel CAG als gouden standaard hanteert. Derhalve dienen de diagnostische getallen met voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. De combinatie van CCTA met PET of SPECT om tot hybride beeldvorming te komen leidt tot een hogere nauwkeurigheid. Dit komt grotendeels door een vermindering

van het aantal vals-positieve CT bevindingen. In de toekomst is het niet noodzakelijkerwijs nodig om twee modaliteiten te hebben om toch hybride beeldvorming te kunnen verrichten. De techniek van de CT neemt een enorme vlucht, waardoor CT myocardiale perfusie beeldvorming, weliswaar nog in de kinderschoenen, al mogelijk is. Tevens is ook FFR-CT een veelbelovende techniek waarbij vanuit conventionele CCTA beelden een non-invasieve FFR berekend kan worden, waarbij dus anatomische en functionele informatie wordt gecombineerd voor de evaluatie van coronairlijden.

Hoofdstuk 2

In dit hoofdstuk is de voorspellende waarde uiteengezet van de verschillende risico scores voor de detectie van significant coronairlijden in vrouwen die zich op de polikliniek met pijn op de borst hebben gepresenteerd. Er is een grote variabiliteit in de predictie van significant coronairlijden tussen de verschillende risico score. The “New Score” en de “geupdate Diamond & Forrester score” waren de beste voorspellers voor het hebben van significant coronairlijden op CCTA (area under the curve [AUC] 0.67, $p < 0.01$; AUC 0.61, $p = 0.04$). Terwijl de “Duke Clinical Score” het beste voorspelde in mannen (AUC 0.72, $p < 0.001$). Tevens waren zwangerschapsdiabetes en oestrogeen status onafhankelijke voorspellers van obstructief coronairlijden zelfs indien er gecorrigeerd wordt voor de pre-test risico scores. De toevoeging van zwangerschapsdiabetes en oestrogeen status aan de geupdate Diamond & Forrester score resulteerde in een significante resclassificatie index ($p = 0.04$) en verbeterde als zodanig de voorspellende nauwkeurigheid. De New Score bevat al vrouw specifieke risicofactoren en derhalve is hier niet zwangerschapsdiabetes en oestrogeen status aan toegevoegd. Een risico score die vrouw specifieke risico factoren incorporeert is nodig voor het verbeteren van de klinische besluitvorming in vrouwen met pijn op de borst. Tot dan lijkt, op basis van de huidige resultaten, dat de New Score de meest accurate risico score is voor het voorspellen van het risico op significant coronairlijden in vrouwen.

Hoofdstuk 3

In hoofdstuk 3 wordt de diagnostische meerwaarde onderzocht van epicardiaal vet voor de detectie van hemodynamisch significant coronairlijden zoals gedefinieerd door FFR. Er is een slechte correlatie tussen coronaire calcificaties zoals weergegeven door de coronaire calcium score en epicardiaal vet. Dit is in tegenstrijd met eerdere studies die wel een dergelijke correlatie vinden. Tevens was er geen verschil in de hoeveelheid epicardiaal vet in patiënten met en zonder hemodynamisch significant coronairlijden. De additie van epicardiaal vet bovenop de coronaire calcium score verbeterde niet de diagnostische waarde van de calcium score. Echter, epicardiaal vet heeft wel een diagnostische meerwaarde ten opzichte van traditionele risicofactoren voor de detectie van hemodynamisch significant coronairlijden.

Hoofdstuk 4

De diagnostische nauwkeurigheid van de transient attenuation gradiënt voor de diagnose van myocardiale ischemie is beschreven in hoofdstuk 4. Cardiale CT is een krachtig middels voor de non-invasieve evaluatie van de coronaire anatomie. CCTA wordt gekenmerkt door een hoge sensitiviteit en negatief voorspellende waarde die obstructief coronairlijden met bijna absolute zekerheid kan excluseren. Echter, vanwege het anatomische karakter van CT is deze beperkt in het evolueren van de hemodynamische significantie van coronaire stenoses. Echter, nieuwe CT parameters zoals de transient attenuatie gradiënt zijn onderzocht voor het vaststellen van functioneel belangrijk coronairlijden. In tegenstelling tot eerdere studies laat de prospectieve studie van Stuijzand et al zien dat de attenuatie gradiënt van contrast door een epicardiale stenose geen diagnostische meerwaarde heeft voor het beoordelen van hemodynamisch significant coronairlijden zoals gedefinieerd door FFR. Een correctie voor de fysiologische afname van de contrast gradiënt waarbij gebruik is gemaakt van de aorta gradiënt laat geen diagnostisch voordeel zien en verbeterde niet de accuratesse van deze functionele parameter ten opzichte van alleen de stenosegraad.

Hoofdstuk 5

Hoofdstuk 5 beschrijft de huidige klinische applicaties van cardiale CT. CCTA heeft een uitstekende sensitiviteit voor de detectie en exclusie van coronair atherosclerose in patiënten met stabiele of acute pijn op de borst. Grote prospectieve studies hebben herhaaldelijk de prognostische significantie aangetoond van de aanwezigheid, uitgebreidheid of afwezigheid van coronair atherosclerose op CCTA. Tevens is met de huidige technische ontwikkelingen een enorme reductie in stralen belasting bewerkstelligd zonder afbraak te doen aan de beeldkwaliteit. De stralingsbelasting van CCTA is de helft van die van conventionele myocardiale perfusie imaging. Tevens zorgt de hoge spatiële resolutie van CT ervoor dat deze meer en meer wordt gebruikt voor de evaluatie van coronair plaques inclusief de detectie van “vulnerable” plaques en de associatie tussen plaque karakteristieken en ischemie. Tot slot, nieuwe veelbelovende technieken die fysiologie met anatomie combineren, zoals FFR_{CT} en CT perfusie, maken het mogelijk om de hemodynamische effecten van coronair stenoses te beoordelen met als gevolg een hogere specificiteit. Al deze ontwikkelingen voorspellen een transitie waarbij CCTA de eerste keuze wordt voor het detecteren, excluseren en managen van coronaire hartziekte.

Hoofdstuk 6

Computed tomography heeft zich ontwikkeld tot een krachtig diagnostisch middel en het is onmogelijk om de hedendaagse praktijk voor te stellen zonder cardiale CT. In hoofdstuk 6 worden de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van CT technologie besproken, waarbij dual-energy CT, spectrale CT en CT-based moleculaire beeldvorming worden besproken.

Door de ontwikkelingen op het gebied van CT technologie is cardiale CT in staat om te evolueren van een techniek voor het alleen beoordelen van coronair stenoses tot een middel voor het in beeld brengen van plaque karakteristieken, myocardiale perfusie en zelfs het proben van moleculaire processen die betrokken zijn bij coronair atherosclerose. Nieuwe innovaties in CT contrast vloeistoffen en preklinische spectrale CT devices hebben de weg vrijgemaakt voor CT gebaseerde moleculaire imaging.

Hoofdstuk 7

Hoofdstuk 7 is een review over cardiale CT perfusie beeldvorming. Cardiale CT heeft zich zodanig geëvolueerd dat het niet alleen maar een modaliteit is die informatie verschaft over anatomie. Recente ontwikkelingen op het gebied van CT technologie hebben myocardiale CT perfusie beeldvorming mogelijk gemaakt. Als zodanig kan cardiale CT een ware one-stop-shop beeldvormende tool worden die zowel informatie verschaft over de anatomische en functionele aspecten van coronaire atherosclerose.

Hoofdstuk 8

De review in hoofdstuk 8 beschrijft een nieuwe techniek die gebruikt maakt van computational fluid dynamics voor het verkrijgen van een FFR vanuit conventionele CCTA beelden (FFRct) zonder de noodzaak tot het maken van extra beelden, modificatie van CT acquisitie protocollen of de toediening van additionele medicatie. Prospectieve multicenter studies hebben aangetoond dat FFRct een hoge diagnostische nauwkeurigheid heeft voor de detectie van hemodynamisch significant coronairlijden.

Hoofdstuk 9

In hoofdstuk 9 wordt de rol beschreven van cardiale CT voor de differentiatie tussen ischemische en non-ischemische cardiomyopathie. Cardiale CT verschaft ons een heleboel informatie op het gebied van coronair atherosclerose, myocardiale structuren, cardiale functie en de geometry van zowel de linker en de rechter ventrikel die de cardioloog in staat stelt om de etiologie van de cardiomyopathie met hoge diagnostische accuratesse vast te stellen in patiënten zonder een cardiale voorgeschiedenis.

Hoofdstuk 10

In dit hoofdstuk hebben wij de uitvoerbaarheid en de diagnostische nauwkeurigheid van iodine-based material decomposition en monochromatische dual-energy CT voor de detectie van myocardiale ischemie onderzocht met SPECT als referentiestandaard. Monochro-

matische perfusie imaging met 40 keV heeft een hogere diagnostische accuratesse dan de jodium/spier basis pair. Deze resultaten laten de potentie zien van monochromatische imaging voor de detectie van myocardiale ischemie en is mogelijk een belangrijke adjunct voor CT coronair angiografie.

Hoofdstuk 11

Hoofdstuk 11 is een review over dual-energy CT, waarbij de focus ligt op de verschillende dual-energy CT technieken die gebruikt worden door de grootste CT fabrikanten. Tevens beschrijft de review in detail de voordelen en nadelen van elke techniek met betrekking tot cardiale imaging.

Hoofdstuk 12

In hoofdstuk 12 worden de normale limieten van myocardiale perfusie beschreven. Daarnaast is er gekeken naar de impact van leeftijd, geslacht en traditionele risicofactoren op de myocardiale doorbloeding gebruikmakende van [^{15}O]H $_2$ O PET in een groot klinisch cohort van patiënten ($n = 128$) zonder obstructief coronairlijden. De hyperemische perfusie varieerde aanzienlijk, namelijk van 1.5 tot ongeveer 8.0 ml/min/g, terwijl de coronaire flow reserve varieerde van 1.2 tot 9.0. Het bijzondere is dat vrouwen een significant hogere hyperemische perfusie hebben dan mannen, namelijk 3.78 ± 1.27 ml/min/g versus 2.90 ± 0.85 ml/min/g. Tevens heeft leeftijd en de body mass index een negatief effect op hyperemische perfusie. Derhalve, hebben geslacht, leeftijd en body mass index een substantiële invloed op de referentiewaarden en zal er idealiter voor deze factoren gecorrigeerd moeten worden voor een correcte interpretatie van hyperemische perfusie waarden.

Hoofdstuk 13

In hoofdstuk 13 wordt een studie beschreven die de kwantitatieve relatie tussen de coronaire calcium score en de coronaire vasodilatatoire respons onderzoekt in patiënten die hybride ^{15}O -water PET/CT beeldvorming hebben ondergaan. Er is een statistisch significante negatieve correlatie tussen hyperemische myocardiale perfusie, coronaire flow reserve en de coronaire calcium score. Echter, de associatie wordt zwakker na correctie voor leeftijd, geslacht, BMI en conventionele risicofactoren. Tevens is er in tegenstelling tot eerdere studies geen relatie gevonden tussen de uitgebreidheid van coronaire calcificaties en de longitudinale 'base-to-apex' gradiënt. Concluderend, de coronaire calcium heeft weinig meerwaarde bovenop de traditionele risicofactoren voor het voorspellen van de hyperemische myocardiale perfusie en de coronaire flow reserve. Coronaire calcificaties en de vasodilatatoire respons geven verschillende aspecten van het coronaire atherosclerotische proces weer.

Hoofdstuk 14

In hoofdstuk 14 worde de resultaten beschreven van een retrospectieve studie die relatie weergeeft tussen de coronaire calcium score, carotis intima media-dikte en de coronaire microvasculaire dysfunctie. Zowel de coronaire calcium score en de carotis intima media-dikte zijn geassocieerd met een toename van de minimale coronaire vasculaire weerstand. Echter, na correctie voor de traditionele risicofactoren is er geen relatie meer tussen coronaire calcificaties en de minimale coronaire vasculaire weerstand. Alleen leeftijd, geslacht, BMI en de carotis intima media-dikte zijn onafhankelijk geassocieerd met de minimale coronaire vasculaire weerstand. Deze bevindingen kunnen mogelijk deels verklaard worden doordat coronaire calcificaties en de carotis intima media-dikte verschillende stadia van het atherosclerotische proces weergeven. Vroege veranderingen in de carotis intima media-dikte als een reflectie van pre-klinische atherosclerose is waarschijnlijk een voorloper van detecteerbare coronaire calcificaties zoals gemeten met CT.

Hoofdstuk 15

Hoofdstuk 15 geeft de resultaten weer van de associatie tussen diabetes mellitus en epicardiaal vet in patiënten die hybride PET-CT beeldvorming hebben ondergaan. De coronaire calcium score en het epicardiaal vet volume zijn vergelijkbaar tussen diegenen met en zonder diabetes mellitus. Een gepoolde analyse laat een positieve associatie zien tussen epicardiaal vet en hyperemische coronaire vasculaire weerstand. Echter wanneer uitgesplitst tussen diabetes en niet-diabetes patiënten is epicardiaal vet alleen positief geassocieerd met hyperemische coronaire vasculaire weerstand in niet-diabetes patiënten. Concluderend, deze resultaten laten mogelijk een rol zien van epicardiaal vet in de ontwikkeling van coronaire microvasculaire dysfunctie. Echter, wanneer zich eenmaal diabetes heeft ontwikkeld lijken andere factoren meer dominant te zijn in het proces van coronaire microvasculaire dysfunctie.

Hoofdstuk 16

Hoofdstuk 16 beschrijft de resultaten van een studie naar de relatie tussen epicardiaal vet, linker ventrikel massa en de coronaire microvasculatuur. Het epicardiale vet is onafhankelijk van BMI geassocieerd met linker ventrikel massa en is als zodanig mogelijk een betere voorspeller van cardiovasculair risico dan de BMI. Echter, epicardiaal vet geeft geen additionele informatie met betrekking tot de coronaire microvasculaire functie als traditionele risicofactoren en linker ventrikel massa in ogenschouw worden genomen. Tot slot, een toegenomen microvasculaire weerstand is alleen maar in obese individuen geassocieerd met de linker ventrikel massa.

Hoofdstuk 17

In hoofdstuk 17 wordt de uitvoerbaarheid onderzocht van endocardiale en epicardiale perfusie metingen middels cardiale [^{15}O]H $_2$ O PET. In totaal zijn er 66 patiënten, met een blanco cardiale voorgeschiedenis, geïnccludeerd in de studie. De hyperemische transmurale perfusie gradiënt is significant lager in het ischemische myocard, namelijk 0.97 ± 0.16 vs. 0.88 ± 0.18 ($p < 0.01$). Als zodanig heeft deze techniek het potentieel om subendocardiale perfusiestoornissen in een vroeg stadium te detecteren. Echter, de diagnostische nauwkeurigheid van subendocardiale hyperemische perfusie (83%) en de transmurale perfusie gradiënt (59%) zijn beperkt ten opzichte van de kwantitatieve transmurale hyperemische myocardiale perfusie (85%) voor de diagnostiek van myocardiale ischemie zoals gedefinieerd door de ‘fractional flow reserve’.

Hoofdstuk 18

Hoofdstuk 18 geeft de resultaten weer van de CutWater studie. Deze prospectieve multicenter studie is voor zover wij weten de enige studie die afkappunten heeft bepaald voor myocardiale perfusie gemeten met [^{15}O]H $_2$ O PET, waarbij een CAG in combinatie met FFR metingen als referentiestandaard is gebruikt. Er werden 330 patiënten geïnccludeerd in de studie. Het ideale afkappunt voor hyperemische myocardiale perfusie is $2.3 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ en 2.5 voor de myocardiale flow reserve. Tevens is hyperemische myocardiale perfusie een accuratere parameter dan de myocardiale flow reserve, aangezien een verminderde myocardiale flow reserve ook het gevolg kan zijn van een hoge rust perfusie. Deze resultaten maken de weg vrij voor alleen stress perfusie protocollen, waarbij een rust perfusie scan achterwege kan worden gelaten met een vermindering van stralingsdosis en acquisitie tijd als gevolg. Tot slot, hyperemische perfusie bepaald middels kwantitatieve [^{15}O]H $_2$ O PET is een veelbelovende parameter voor de discriminatie van hemodynamisch significante coronair stenoses. Hyperemische perfusie heeft een sensitiviteit en specificiteit van respectievelijk 89% en 84% in vergelijking met FFR als referentie standaard.

Hoofdstuk 19

Hoofdstuk 19 beschrijft de diagnostische nauwkeurigheid van hybride [^{15}O]H $_2$ O PET/CCTA voor de diagnostiek van significant coronairlijden zoals gedefinieerd door CAG en eventuele FFR metingen. De perfusie parameter hyperemische flow heeft een accuratesse van 80% en is superieur ten opzichte van de myocardiale flow reserve als perfusie parameter. Een hybride [^{15}O]H $_2$ O PET/CCTA protocol is meer nauwkeuriger dan alleen CCTA of PET imaging. Dit laat zich uitdrukken in een hogere diagnostische accuratesse van 85% voor hybride beeldvorming ten opzichte van 61% voor CCTA en 80% voor PET. De significant hogere diagnostische nauwkeurigheid van hybride beeldvorming wordt met name bewerkstelligd door een reductie in het aantal vals-positieve CCTA scans. Al-

hoewel hyperemische myocardiale perfusie de beste functionele parameter lijkt is er echter weinig consensus met betrekking tot het ideale voor het differentiëren tussen normale en pathologische myocardiale perfusie. In deze studies is het ideale afkappunt voor hyperemische myocardiale perfusie 1.85 ml/min/g. Hyperemische perfusie is de resultante van zowel epicardiaal en microvasculair vaatlijden. Het blijkt dat leeftijd, geslacht en BMI allen een impact hebben op de hyperemische myocardiale doorbloeding, zelfs in de afwezigheid van significant epicardiaal lijden. Derhalve lijkt het hanteren van verschillende afkappunten voor specifieke subgroepen (leeftijds categorieën en geslacht) mogelijk tot een betere diagnostische nauwkeurigheid te leiden, echter toekomstige studies zullen deze hypothese moeten testen.

Hoofdstuk 20

In Hoofdstuk 20 werd de impact van cardiale hybride 15O-water PET / CTCA op de verwijzing voor een invasief coronair angiogram en eventuele revascularisaties onderzocht in een retrospectief onderzoek met 375 patiënten. Deze studie toont aan dat hybrid PET/CTCA imaging aanvullende informatie verschaft die de klinische besluitvorming beïnvloed wat zich uit in meer terechte verwijzingen voor CAG en revascularisatie procedures. De prevalentie van obstructief coronairlijden op CAG is 59% bij patiënten met een ambivalente CT uitslag en een positieve PET studie, terwijl van de patiënten met obstructief coronairlijden op CCTA in combinatie met ischemie op PET 69% een afwijkende CAG heeft. Dit is een hogere prevalentie van significant coronairlijden in vergelijking met de relatief lage opbrengst van 38% die gerapporteerd werd in een groot klinisch cohort (Patel et al N Eng J Med 2010). Bij patiënten met een ambivalente CT uitslag in combinatie met ischemie op PET was er sprake van een revascularisatie rate van 59%, terwijl er geen revascularisaties werden verricht in patiënten met normale myocardperfusie op PET. Tevens is de revascularisatie rate per invasief coronair angiogram respectievelijk 65% in patiënten met obstructief coronairlijden op CT in combinatie met ischemie op PET, terwijl de prevalentie van revascularisatie procedures 26% was in patiënten met abnormale CT bevindingen in combinatie met een normale PET studie. Derhalve verschaft hybride beeldvorming additionele informatie die de klinische besluitvorming ten positieve beïnvloed wat zich laat uitdrukken in een hoger percentage positieve CAG's en revascularisaties.

Hoofdstuk 21

In deze meta-analyse werd de diagnostische nauwkeurigheid van non-invasieve imaging technieken van het hart vergeleken met FFR. Alleen studies die FFR in ten minste 75% van de coronairen hadden gemeten werden in de studie geïnccludeerd. Drieëntwintig artikelen die rapporteren over 3788 patiënten en 5323 bloedvaten werden geïdentificeerd. Op een patiënt niveau was de sensitiviteit van CCTA (90%, 95% CI: 86-93), FFR-CT (90%, 95% CI: 85-93) en MRI (90%, 95% CI: 75- 97) hoger dan die van SPECT (70%, 95% CI: 59-80), stress-echocardiografie (77%, 95% CI: 61-88) en CAG (69%, 95% CI: 65-75). De

hoogste en laagste specificiteit werd waargenomen voor respectievelijk MRI (94%, 95% CI: 79-99) en CCTA (39%, 95% CI: 34-44). SPECT (78%, 95% CI: 68-87), stress-echocardiografie (75%, 95% CI: 63-85), FFR-CT (71%, 95% CI: 65-75%), en CAG (67%, 95% CI: 63-71) hebben een vergelijkbare specificiteit. Cardiale MRI is de meest nauwkeurige modaliteit voor de diagnose van hemodynamisch significant coronairlijden. Zowel CCTA als FFR-CT zijn zeer sensitief, echter CCTA werd ook gekenmerkt door een lage specificiteit. Over het algemeen hebben SPECT, stress echocardiografie en CAG een lage diagnostische nauwkeurigheid voor het detecteren van ischemie.

Hoofdstuk 22

In hoofdstuk 22 werden de diagnostische prestaties van CCTA, SPECT en PET beoordeeld in een prospectieve studie met 208 patiënten zonder een cardiale voorgeschiedenis. Deze studie bezit een aantal unieke aspecten, namelijk: (1) CCTA, SPECT en PET werden prospectief vergeleken op een 'head-to-head' manier; (2) er werden invasieve FFR metingen van alle kransslagaders verkregen, ongeacht de bevindingen van de beeldvorming; (3) er zijn de nieuwste imaging technieken gebruikt, zoals CT-attenuatie correctie voor SPECT; en (4): alle scans werden geanalyseerd door experts van core laboratoria die geblindeerd waren voor de klinische gegevens, andere scan resultaten en de CAG + FFR bevindingen. De PACIFIC studie toont aan dat PET de hoogste accuratesse (85%) vertoont voor de diagnose van myocardischemie. Bovendien heeft SPECT een slechte sensitiviteit van 57%, wat wordt gecompenseerd door een hoge specificiteit van 94%. CCTA heeft een hoge negatief voorspellende waarde, maar een matige positief voorspellende waarde. Een gecombineerde anatomische en functionele beoordeling (d.w.z. hybride SPECT / CCTA of PET / CCTA) heeft geen diagnostische meerwaarde ten opzichte van 'standalone' imaging en beïnvloedt de klinische besluitvorming op een negatieve wijze door de specificiteit te verbeteren ten koste van de sensitiviteit.